



NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR NATURVIDENSKAP

utgitt av Bergens Museum

redigert av prof. dr. phil. Torbjørn Gaarder

med bistand av prof. dr. phil. Aug. Brinkmann, prof. dr. phil. Oscar Hagem,
prof. dr. phil. Bjørn Helland-Hansen og prof. dr. phil. Carl Fred. Kolderup

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 11

59de årgang - 1935

November

INNHOLD

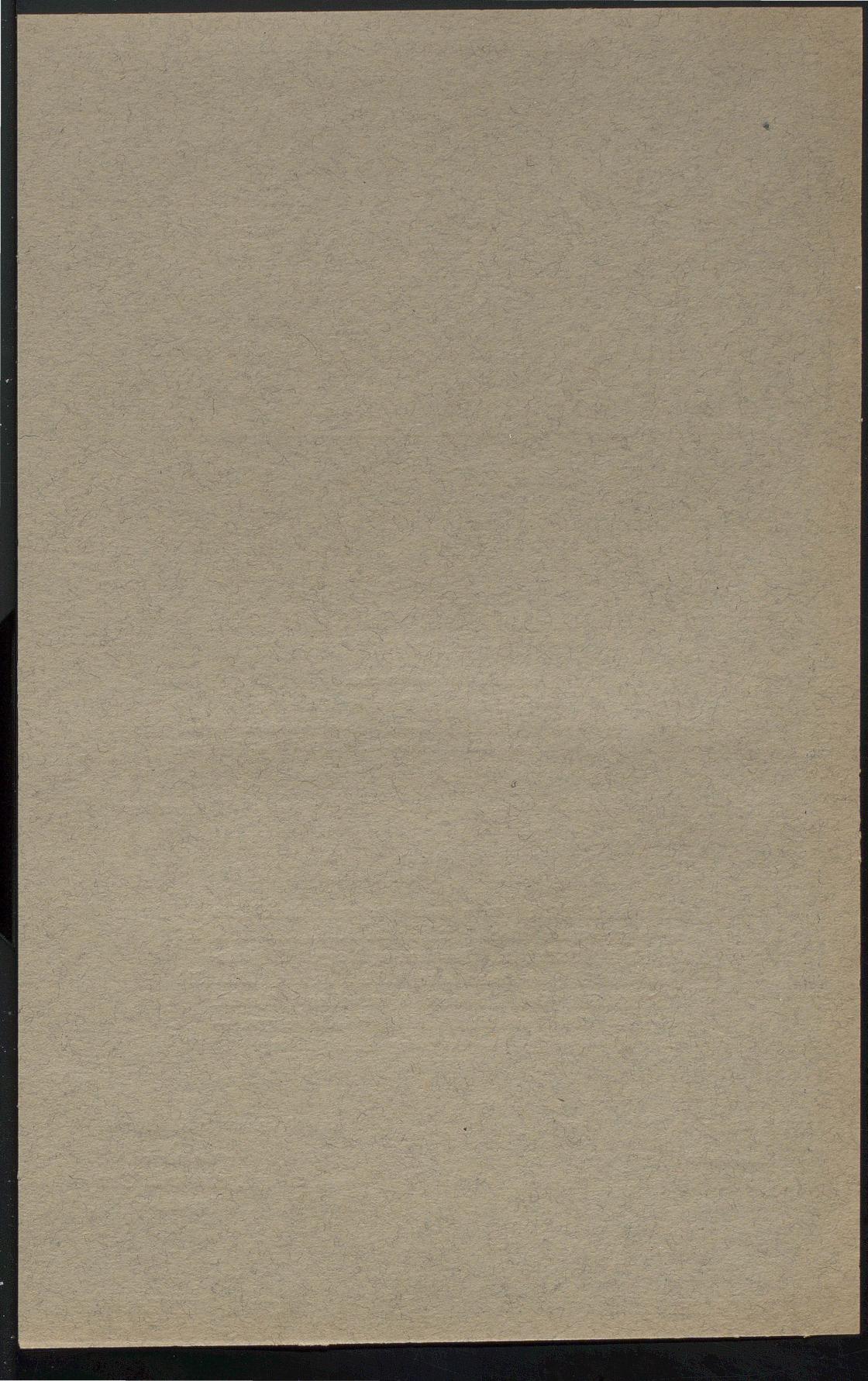
JACOB B. BARTH: Nyere anskuelser om elektricitetens og magnetismens natur	321
HALVOR ROSENDAHL: Danmark og Norge. Ei geolo- gisk jamstelling og samanlikning	334
SMÅSTYKKER: Olaf Hanssen: Kjempene i Bjordal, Sogn. — Olaf Hanssen: „Kaldehol“ i Gudvangen. — — B. I. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge	350

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
P. Haase & Søn
Kjøbenhavn



Nyere anskuelser om elektricitetens og magnetismens natur.

Av ingenier Jacob B. Barth.

I. De elektriske og magnetiske »krefter».

Elektriciteten er det 20. århundredes magiske »Sesam«, en gylden nøkkel som åpner portene til de nye eventyrlige tekniske muligheters skattkammer. *Videnskapen* aner at det samme skattkammer gjemmer dens etterlengtede, store mål: *De vises sten* eller urprinsippet hvorpå verdensbygningen er grunnlagt.

En slik eventyrlig mulighet blev virkeligjort ved åpningen av verdensutstillingen i Chicago sommeren 1933. En bunt lysstråler, utsendt av fiksstjernen *Arcturus* samtidig med at den forrige utstilling i Chicago avholdtes i 1893, nådde da jorden etter 40 års reise gjennem verdensrummet. Og med kjempeteleskoper, fotoelektriske celler, forsterkere, telegraflinjer og releer som mellemledd, formådde disse spede, sitrende stråler å tente de tusen og etter tusen elektriske lamper over hele utstillingsområdet. Dette var mere enn reklameteknisk publikumseffekt; eksperimentet demonstrerte med overbevisende kraft mennesketankens evne til å lodde verdensrummets dybder, til å bryte tidens skranker, og viste viljens makt til å temme og styre de *elektriske krefter*.

Det er nemlig en dypere indre sammenheng mellom disse tre begreper: *rum*, *tid*, *elektricitet*. Ikke bare slik at rummet og tiden utgjør den arena hvorpå de elektriske naturfenomeners drama utspilles. Tiden, rummet og elektriciteten synes snarere å være naturens trefoldige urprinsipp, og dette

manifesterer sig på konkret måte for den menneskelige sansebevissthet, som stoff og energi, som materielle legemer og disse legemers innbyrdes bevegelser.

Ved analysen av elektricitetens problem er det to uttryksformer som stadig kommer igjen — nemlig begrepene *elektriske felter* og *elektriske partikler* eller »*elektroner*«.

Hvilken sammenheng er det nu mellom elektrisk partikkel og elektrisk felt? De er jo begge hypoteser og billedlige uttrykk for noget vi mener ligger til grunn for de elektriske fenomener, som vi kan iaktta som bevegelser og energiomsetninger. Det almindelige er vel at man tenker sig partiklene som det primære, og at disse frembringer sine kraftfelter omkring sig, omtrent som det spenningsfelt man vilde få i en gummiblokk, hvori det var presset inn en hård kule av stål.

— Men også den omvendte forestilling er mulig, det elektromagnetiske felt kan være det oprinnelig givne, og elektronene kan da opfattes som overordentlig små lokale kraftcentra, hvor feltenergien er særlig sterkt koncentrert. — En analogi hertil har man i strømningsfeltet i vannet i en elv, hvori de mange små, hurtig roterende hvirvler svarer til elektronene.

Den klassiske elektrodynamikk bygger samtidig på disse to begreper, den kan ikke undvære nogen av dem. De supplerer hinannen i naturbeskrivelsen på en slik måte, at de fenomener som feltet ikke alene makter å forklare, blir forståeligere i lys av elektroneorien, og omvendt. Men det står ikke til å nekte at felt og partikkel strengt tatt er hinannen vesensfremmede. — F. eks. er det intet ved feltforestillingen som umiddelbart kan forklare hvorfor de elektriske partikler alltid optrer med samme absolutt konstante elektriske ladning, og på den annen side inneholder elektronbilledet ikke noget trekk som kan tjene til å beskrive feltet i partiklens eget indre.

Vi vil nu først se litt nærmere på det *elektromagnetiske felt*, d. v. s. det rum hvori der kan observeres elektriske og magnetiske krefter.

Faraday gav oss et geometrisk anskuelighetsbillede av feltets egenskaper, idet han kartla feltstrukturen ved hjelp

av de senere så berømte *kraftlinjer* og *nivåflater*. Kraftlinjene er jo tenkte, usynlige kurver som slynger og bukter sig fra punkt til punkt i rummet. Det *elektrostatiske* felts kraftlinjer utstråler fra de feltfrembringende ladninger. (Fig. 1). Disse ladninger kalder man feltets »*kilder*«, og de opfattes som »*sand elektricitet*«. Feltet er hvad man kaller et »*kildefelt*«. Det *magnetostatiske* felts kraftlinjer er lukkede kurver om-

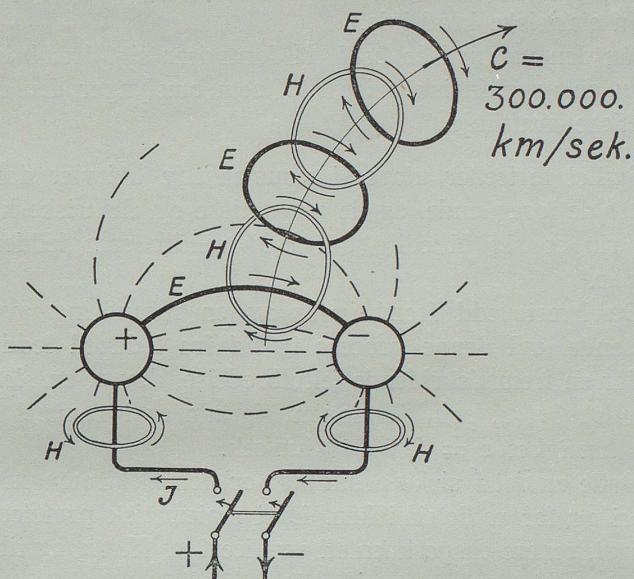


Fig. 1.

kring den feltfrembringende elektriske strøm. De magnetiske kraftlinjer har altså intet utspring, og ender ikke i eventuelle magnetiske ladninger eller poler; men de løper tilbake i sig selv og danner såkalte »*hvirvler*«, feltet er et »*hvirvelfelt*«. Man sier at det magnetiske felt er kildefritt, og det elektrostatiske felt er hvirvelfritt. Polene på en permanent stålagnet er bare *tilsynelatende* sætet for magnetismen. »*Sand magnetisme*« eksisterer i virkeligheten ikke.

Foruten at elektriske kraftlinjer kan begynne og ende på elektriske ladninger — d. v. s. elektronene —, forekommer

det også lukkede *elektriske* hvirvellinjer av lignende art som de *magnetiske* hvirvler.

Fig. 1 skal skjematiske anskueliggjøre det elektromagnetiske felts grunnlover, slik som de er opstillet av Faradays arvtager *Maxwell* og senere formulert og tolket av *H. A. Lorentz*.

1. Når den elektriske kraft E forandrer sig i styrke, frembringer den en magnetisk hvirvellinje H , som omslynger den elektriske kraftlinje.
2. Når den magnetiske kraft H forandrer sig, frembringer den en ny elektrisk hvirvel E , som omslynger den magnetiske kraftlinje.

Spillet fortsetter utover i rummet, nye hvirvler dannes etter av de foregående, og de magnetiske og elektriske kraftlinjer ringer sig billedlig talt i hverandre som leddene i en lenke.

Da hvert ledd frembringes av en forandring av det foregående, må denne process ta *tid* fra ledd til ledd, og man får en fremadskridende feltutbredelse, d. v. s. en *elektromagnetisk bølge*, som forplanter seg utover i rummet med lysets hastighet $c = 300\,000 \text{ km/sek}$.

Dette er det fysiske grunnlag for den elektromagnetiske lysteori og for radioteknikken, først matematisk profetert av *Maxwell*, senere eksperimentelt verifisert av *Hertz*, og tilslutt teknisk utnyttet av *Marconi*.

Elektrisk og magnetisk felt optrer i grunnlovene til en viss grad likeverdige på symmetrisk måte; men der består også en karakteristisk usymmetri mellom dem, nettopp deri at »*sand magnetisme ikke eksisterer*«. Men hvis magnetisme ikke eksisterer, så må vel det magnetiske felt være en fiksjon? Hvorfor da trekke på dette begrep?

I praksis er naturligvis H et helt uundværlig hjelpebegrep. Vi kunde vanskelig greie oss uten magnetismen ved beregning av maskiner, transformatorer og apparater. Og magnetkraften fra en permanent stålagnet synes da håndgripelig nok! At en slik praktisk innvending ikke behøver ha nogen reel betydning, kan vi best belyse ved to enkle tanke-

eksperimenter: Jeg vil anta at jeg befinner mig i en lukket elevator, som beveger sig vertikalt opad med konstant accellerasjon ca. 1 m/sek.² (lik 1/10 av tyngdens acc.). Det vil da føles for mig som min legemsvekt er øket med 10 %, og dette synes mig håndgripelig nok, særlig hvis jeg i elevatoren medbringer en fjærvekt og veier mig på denne. Vekten vil faktisk vise 77 kg, mens jeg ellers veier 70. Men som fysiker vet jeg at dette vekttillegg på 7 kg ikke er reelt, det er »i virkeligheten« mitt legemes treghetsreaksjon mot å beveges med voksende hastighet. Slike tilsynelatende vekt-tillegg eller fradrag kommer og forsvinner med mitt legemes accellerasjon relativt til jorden, eller riktigere til fiksstjerneverdenen.

Også for magnetismens vedkommende er det slike relative bevegelsesforhold som driver sitt narrespill med oss: La oss tenke oss en elektrisk ladet metallkule, isolerende understøttet slik at den beholder sin ladning. Det er da meget lett å konstatere elektriske krefter i kulens nærhet, den tiltrekker små papirstykker etc. Men selv den følsomste kompassnål vil være helt upåvirket,kulen har intet magnetfelt H. Setter vi derimot kulen i bevegelse med tilstrekkelig hastighet, så representerer dens ladning en elektrisk konveksjonsstrøm, og som sådan omgir den sig med et magnetisk felt, som virker på kompassnålen og får denne til å slå ut. Derefter forandrer vi litt på tanke-eksperimentet: Vi lar nu kulen med sin ladning være i ro, men lar istedet kompassnålen fare forbi med en stor, men konstant hastighet. For kompassnålens vedkommende blir forholdet det samme, også nu vilkulen virke på nålen med et like sterkt magnetfelt som i første tilfelle, forutsatt relativhastigheten er den samme.

Av dette tanke-eksperiment vil vi se at den magnetiske kraft er et *relativt* begrep, den kommer og forsvinner for oss alt etter det *standpunkt*, ut fra hvilket vi bedømmer de elektriske fenomener. — Som vi ser: vi føres med eller mot vår vilje uvegerlig inn i *relativitetsteoriens* idéverden.

I en stålmagnet skyldes magnetismen jernatomenes myriader av elektroner, som hver for sig roterer med voldsom hastighet. Kunde vi hoppe på et slikt elektron og kjøre karusell med dette, vilde vi ikke merke nogen magnetisme

fra dette ene elektron. Hvis vi nu etter tur kjører karusell med alle elektroner i magneten, så vilde vi etterhånden bli kvitt hele magnetfeltet, notabene bare med »en dråpe« ad gangen. Men det sørgelige er, at det ikke engang i tanken er mulig å kjøre karusell på alle elektroner *på en gang*. Denne mangel på elasticitet i våre hjerneceller må vi betale med en dogmatisk kullsvertro på at magnetismen er et *selvstendig*, fysisk begrep.

En nærmere analyse viser, at vi i det elektromagnetiske *kraftfelt* igrunnen sleper på en overflødig ballast av formalisme som følger derav, at vi stilltiende har forutsatt, at akkurat *kraften* er det mest fundamentale begrep i det elektromagnetiske felt. H. A. Lorentz har vist, at man får en meget enklere og like generell beskrivelse av feltet og dets utbredelse i rum og tid ved hjelp av *potentialer* istedet for krefter.

Fra elektroteknikken kjenner vi godt begrepet *elektrostatisk potential*, og vi måler f. eks. potentialdifferensen mellom to ledere (»spenningen») i så og så mange *volt*. Den elektriske kraft på et sted i feltet er da lik potentialdifferensen pr. centimeter, mellom to uendelig nærliggende punkter på det betraktede sted. (»Gradienten»). Dette potentialbegrep har Lorentz utvidet. Eller rettere sagt, han har i tillegg til det elektriske *skalarpotential* innført også et såkalt *magnetisk vektorpotential*. Dette er slik å forstå, at man i hvert rumpunkt kan angi en fundamental retningsbestemt *magnetisk størrelse*, som også kan måles i volt, om man vil, og hvis rumlige forandring fra punkt til punkt (»hvirvel») er lik den *magnetiske kraft*.

Men vi kan dekomponere dette magnetiske vektorpotential som enhver annen vektor i 3 komponenter langs koordinataksene, la oss kalle komponentene $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$. I tillegg hertil har vi det gamle, kjente elektriske potential som vi kaller φ_4 . Vi får altså ialt bare 4 fundamentale elektromagnetiske feltstørrelser, mens kraftbegrepet krevet hele 6 skalare kraftkomponenter, 3 elektriske og 3 magnetiske.

Hele feltsbeskrivelsen blir i formell henseende meget enkel og harmonisk, hvis man benytter relativitetsteoriens

fremstillingsmåte. — For å lokalisere en begivenhet eller en felsttilstand i et gitt øieblikk angir man jo 3 *rumkoordinater*, f. eks. avstanden fra værelsets gulv og 2 sammenstøtende veggger, målt i centimeter. — Dessuten må vi oppgi tiden, målt i sekunder fra et valgt begynnelsespunkt. I relativitetsteorien erstatter man tiden med en 4de *tidskoordinat*, som er lik tiden ganger lysets hastighet i vakuum, og som derfor også kan måles i centimeter. Denne 4de tidskoordinat anser man symmetrisk likeberettiget med de tre rumkoordinater, og sammenfatter derved tiden og rummet til et fellesbegrep, det **4-dimensjonale »tid-rum«**.

Vi fant nettopp, at det elektromagnetiske felt defineres uttømmende ved hjelp av 4 skalare potentialkomponenter $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, som er visse funksjoner av de 4 koordinater. Vi kan da sammenfatte disse komponenter til en 4-dimensjonal vektor i det 4-dimensjonale tid-rum, det såkalte **»firerpotential«**: $\bar{\varphi}$. Hermed smelter grunnlovene sammen til en eneste 4-dimensjonal vektoriell **»bølgeligning«** for elektromagnetismens utbredelse i rum og tid.

At vi ikke kan danne oss et anskuelig forestillingsbillede av en 4-dimensjonal vektor, behøver ikke å avskrekke. Egentlig er det foreløpig ikke tale om stort annet enn matematisk symbolikk.

Imidlertid har forskningens utvikling ført oss dit hen, at elektrisitetens gåte synes uløselig knyttet til relativitetsteoriens ideer. Skal vi ha noget håp om å finne en intimere sammenheng mellom de mekaniske og de elektriske fenomener, kan videnskapen idag ikke angi nogen annen vei enn den relativistiske, og jeg vil forsøke å skissere de muligheter som her synes å åpne sig for en dypere forståelse av elektrisiteten som verdensordningens urprinsipp.

Einstiens teori omfatter oprinnelig mekanikk og gravitasjonsfenomener. For nu å antyde den intime forbindelse mellom to fra gammel tid tilsynelatende så uforenlige områder som tyngdekraft og elektrisitet, er det nødvendig å resumere nogen hovedtrekk av grunnlaget for Einsteins gravitasjonsteori.

Faradays feltbegrep, kraftlinjebilledet, betød i og for sig allerede en geometrisering av feltrummet. Men Faraday tok så å si den *elektromagnetiske feltgeometri* og puttet inn i et på forhånd eksisterende *strukturløst tomrum*. Ja, helt strukturløst var jo rummet ikke, for dets egenskaper var definiert ved den vanlige geometri, opstillet allerede i Oldtiden av Euklid. Vi har vennet oss til å tro at Euklids geometri er selvfølgelig og den eneste mulige.

Fig. 2 viser en modell av en utspent, *plan* gummihinne, som skal være en anskuelig 2-dimensjonal analogi til det

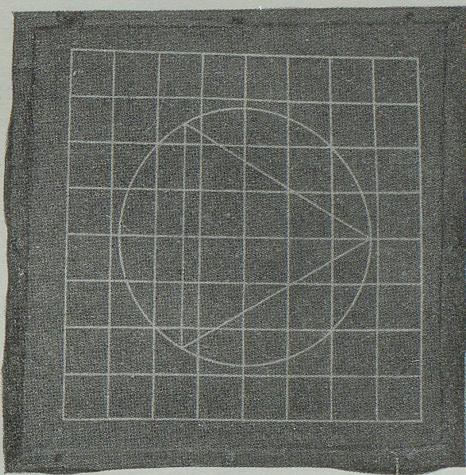


Fig. 2.

4-dimensjonale tid-rum.¹⁾ I denne plane hinne er tegnet et rettlinjet rutenett og et triangel som skal symbolisere den euklidiske geometri. I denne er jo en rett linje korteste vei mellom 2 punkter, trianglets vinkelsum er 2 rette, osv.

Men matematikeren Riemann viste i forrige århundre at der foruten Euklids også kan opstilles en annen, likeberettiget geometri, med helt andre, merkelige egenskaper. Særlig viktig i Riemanns geometri er det at selve rummet

¹⁾ Efter Helge Holst: »Vort fysiske verdensbillede og Einsteins relativitetsteori», Gyldendal 1920.

kan anta en »krummet form«. Dette kan et normalt menneske ikke forestille sig anskuelig; ikke desto mindre er rumkrumningen både logisk og fysisk mulig.

Einstein tok nu det geniale skritt å *identifisere* gravitasjonsfeltet med rummets geometri. Han finner at de store himmellegemer i og med sin materielle eksistens tvangsmessig omformer rummets geometriske egenskaper. Kloden »krummer« selve rummet omkring sig, slik at de rette linjer omdannes til kurver. I gummihinneanalogien (fig. 3), illustreres dette ved at der er puttet kuler inn under den utspilte

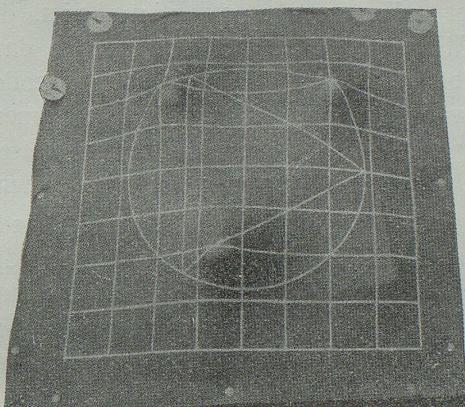


Fig. 3.

hinne, og denne må forme sig etter kulene og krumme sig omkring disse.

Hos Riemann karakteriseres den fra punkt til punkt varierende rumkrumning ved 10 tallstørrelser (g_{ik}), som er en funksjon av koordinatene, og disse 10 størrelser opfatter Einstein som gravitasjonspotentialer. Einsteins potential blir altså et 10-dobbeltskalarfelt, et såkalt tensorfelt, mens Newtons mekanikk bare benytter et eneste gravitasjons-potential.

Når et legeme beveger sig i en slik klodes gravitasjonsfelt, vil det beskrive en bane som den Newtonske mekanikk forklarte ved å si, at en usynlig *tyngdekraft* påvirker legemet, så det må følge den og den bestemte kurve overensstem-

mende med mekanikkens prinsipper. Einstein behøver ingen tyngdekrift, og heller ingen mekaniske aksiomer; legemet beveger sig i den eneste mulige bane; det følger rummets iboende geometriske struktur, omrent som et jernbanetog som nødvendigvis må følge skinnegangens kurver.

Nu går vi et skritt videre. Da fiksstjerneverdenen danner en uhyre samling materie med gravitasjonsegenskaper, må den som helhet »krumme« det hele verdensrum. Det enkleste er da å anta at verdensrummet »krummer« sig slik, at det løper tilbake i sig selv som en cirkel eller analogt med overflaten av en kule. Denne teori om verdensaltet er utviklet til stor fullkommenhet av Einstein, de Sitter og Lemaître. Dette »sfæriske« rum får da et endelig volum, og dog er rummet ubegrenset på lignende måte som overflaten av en kule har et endelig areal, men dog ikke begrenses av nogen linje i sin egen flate, i motsetning til et plant stykke papir som begrenses av sine kanter.

Når vi da sammenligner verdensrummet med overflaten av en kule, så må vi forestille oss denne kule med små lokale »blærer« som skyldes de enkelte kloders gravitasjonsfelter, idet disse store masser øker rummets krumming i sin umiddelbare nærhet. På lignende måte har jordoverflaten fjell og daler, men stort sett er den dog en tilnærmet kuleflate. Vi kan ikke med våre sanser opfatte eller i tanken anskuelig forestille oss rummets krumming omkring oss, bl. a. fordi den er så uhyre svak, at vi ikke har nogen umiddelbare erfaringer som knytter sig til krumningen. Vi tror da at vår verden må være det euklidiske 4-dimensjonale »tangentrum« i det punkt vi befinner oss. Kuleanalogien hertil er tangentplanet til kulen i det betraktede punkt. Verden synes »flat« og uendelig, ganske analogt med den naive opfatning av havet som en enorm, plan flate.

Vi vet at en stor cirkel på jordkulen er den korteste vei; en slik stor cirkel kaller vi en »geodetisk linje«. — »Bergensfjord« kan dessverre ikke gå den snarvei som en rettlinjet korde fra Bergen til New York vilde være, men er nødt til å følge havets krumme overflate.

Einstein har vist at i et gravitasjonsfelt finnes der også slike *krumme geodetiske linjer i rummet*, og planeter og lysstråler følger disse geodetiske linjer under sine bevegelser.

Med hensyn til de 4 dimensjoners forhold til de *elektromagnetiske fenomener*, vil jeg låne et morsomt bilde fra den engelske fysiker og astronom Sir James Jeans:

En sjømann av den gamle skole som skal krysse Atlanteren, vilde ikke tenke sig dette mulig uten å kunne slå sjømannsknuter på taugverket. Nu er det bare mulig å knytte knuter i et rum som har 3 dimensjoner. I et 2, 4, 5 — eller fler-dimensjonalt rum vilde knuteknytning være umulig. I 2 dimensjoner er det umulig å la enden av en linje gjøre en slik omgående bevegelse som kreves for å danne knuten, og er dimensjonenes antall 4 eller flere, vil knuten straks »gjen-nemskjære« sig selv og løse sig op. Altstå vilde det ligge nær for sjømannen å slutte, at Vårherre visselig hadde innrettet verden 3-dimensjonal, på det at det skulde være livsmuligheter for sjøfolk.

Nu skal vi ikke være så naive som denne sjømann; men vi kan ikke undlate å se et fingerpek i det påfallende sammen treff av to 4-tall, nemlig tid-rummets 4 dimensjoner på den ene side, og de 4 elektromagnetiske potentialkomponenter på den annen.

For å danne de for elektrodynamikken karakteristiske hvirvler — elektromagnetiske knuter om man vil — har analysen vist oss, at hertil kreves nettop 4 fundamentale skalare potentialer, akkurat like mange som der er koordinater i det Einsteinske tid-rum. Vi må da ha lov til å anta, at det er nettop en 4-dimensjonal geometri som ligger dypest til grunn for de elektriske og magnetiske kraftvirkninger.

Det eksperimentelle bevis for at gravitasjonen bevirker eller er identisk med krumming av rummet, fikk man i 1918, da nøiaktige målinger under total solformørkelse på Sobral og Principe godtgjorde, at når en lysstråle fra en fjern fiks-stjerne passerer solens gravitasjonsfelt, krummer strålen sig etter rummets »form».

Man vil nu innvende, at dette er godt og vel, men hvad har det altsammen med *elektrisitet* å gjøre? Rent foreløbig

kan vi straks svare, at en lysstråle jo er en elektromagnetisk bølgebevegelse i rummet, og det var i og for sig et interessant og opsigtsvekkende resultat, at solens tyngdekraft kunde virke på den elektromagnetiske bølges forplantningsretning. Men sammenhengen ligger enda dypere, som vi straks skal se.

Da relativitetsteorien for gravitasjon og mekanikk hadde nådd slike epokegjørende resultater, lå det nært å fortsette på samme vei med å identifisere feltfysikken med tidrummets geometri også for det elektromagnetiske felts vedkommende. Den elektriske kraft må likesåvel som tyngdekraften være et menneskelig symbol for rummets eiendommelige geometriske struktur.

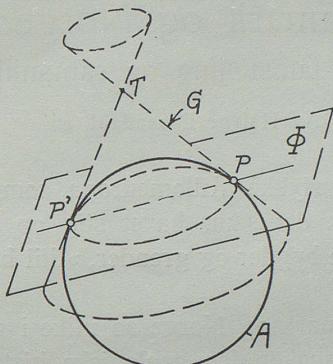
Feltfysikkens mål er hvad Einstein kaller: »*Die einheitliche Theorie von Gravitation und Elektrizität*«. — En slik enhetsteori må da bygges opp på en rumgeometri av ennu større formrikdom enn den Riemannske. Den Riemannske rumkrumming er allerede utnyttet til beskrivelsen av gravitasjonen og bevegelsesfenomenene; men man kunde tenke sig en eller annen generalisasjon av Riemanns geometri, hvorav både gravitasjon og elektromagnetisme lot sig avlede.

Utallige ideer har vært prøvet, og et stort antall fremragende teoretikere, foruten Einstein selv, har i en årekke arbeidet med disse problemer.

Jeg skal bare antyde hovedtanken i et helt nytt arbeide (1933), av den danske teoretiker O. Veblen. Fig. 4 antyder skjematiske Veblens idé. A er det »hypersfæriske« 4-dimensjonale verdensrum (her kuleflate), hvis geometri skal være slik, at den omfatter både gravitasjon og elektrisitet. I et punkt P kan der defineres et likeledes 4-dimensjonalt rum (her kegleflate), som tangerer A i det betraktede punkt P. Det geometriske sted for alle tangeringspunkter mellom A og G (her cirkel), definerer et »hyperpolarplan« ψ (her et 2-dimensjonalt plan). Nu er ifølge Veblen tangenterummet G et Riemannsk krumt rum, som inneholder de for P karakteristiske gravitasjonspotensialer g_{ik} . Derimot er ψ et 4-dimensjonalt euklidisk rum, som inneholder de 4 elektromagnetiske skalarpotentialer φ_i . Veblen formår på dette grunnlag virkelig å opstille en slik enhetsteori, som omfatter alle slags kraft-

felter med anvendelse av det legitime antall 4 dimensjoner. Tankegangen er uhyre abstrakt. Hensikten og nytten med slikt komplisert apparat har vi kanskje ondt for å anerkjenne og forstå, vi konservative mennesker, barn av vårt praktisk-tekniske miljø, ganske på samme måte som Faradays samtid misforstod og underkjente betydningen av denne geniale forskers geometriske idéer om det elektromagnetiske felt. Og

O. Veblens enhetsteori.



A : Hyper-sfærisk verdensrum.

G : Tangential-rum (Gravitasjon g_{ik})

Φ : Hyper-polarplan (Elektrodynamikk φ_i)

Fig. 4.

allikevel er vi idag forvissset om at nettop Faradays feltteori i første rekke har muliggjort den klare innsikt og den utvikling, som har gjort elektroteknikken til den verdensfaktor den er idag.

Veblens merkelige idéer får så meget større interesse som hans geometri konkluderer i en »bølgeligning« av lignende art, som den vi har nevnt gjelder for elektromagnetiske bølgers utbredelse. Ved nærmere eftersyn viser det sig at Veblens bølgeligning er nøyaktig den samme hvormed Nobelpristageren Schrödinger forbauset verden

for 11 år siden, da han opstillet denne ligning som grunnprinsipp for elektronets bølgenatur. Og her er vi inne på den annen og likeså viktige del av vårt emne, som vi skal behandle i næste avsnitt, læren om materiens partikler: elektroner og kvanta.

(Forts.).

Danmark og Norge. Ei geologisk jamstelling og samanlikning.¹⁾

Av Halvor Rosendahl.

Danmark er eit stykke Millomeuropa, som går ned i det nordiske havet. Av det same havet stig op dei sundrivne norske fjell med sine bygder og grender, »litil bygd ok sundrlaus«.

Korfor er Danmark og Norge so ulike i natur? Svaret får ein, når ein gransker den geologiske historia åt dei to landa.²⁾

Den danske forskaren, S. A. Andersen, har no gjeve sine landsmenn ei god utgreiding av, korleis Danmark vart

¹⁾ For Danmarks vedkomande vesentleg på grunnlag av den nye boka av S. A. Andersen: Det danske Landskabs historie. — Levin & Munksgaard, Kbhn. 1933, 275 p., 206 fig. Men også på grunnlag av dei mange gode skrifter fra Danmarks geologiske Undersøgelse. Serleg vil eg nemna »Oversigt over Danmarks Geologi« 1828, der alle Danmarks geologer har arbeidt med, og der ein også finn lister over den viktigste geologiske litteraturen.

²⁾ Oversikt over Norges geologiske historie finn ein i desse bøkene: K. O. Bjørlykke: Lærebok i geologi. Idem.: Norges kvartærgeologi. Norges geol. unders. 65, 1913. H. Reusch: Norges geologi. Norges geol. unders. 50, 1910. W. C. Brøgger: Norges geologi. Norge 1814—1914, bd. 2, p. 196—234. Gunnar Holmsen: Hvordan Norges jord blev til. N. g. u. 123, 1924. Johan Kiær: Verdener som svant. Cappelen, Oslo, 1929. Olaf Holtedahl: Hvordan landet vårt blev til. Cappelen, Oslo, 1931.

til. Og som me skal sjå, har denne boka ogso stor interesse for oss norske.

Norge saman med Sverige, Finnland, Karelen og Kola, det geologiske Fennoskandia, har frå gamal tid vore ein opløfta høg part av jordskorpa. Men Danmark med omliggande hav og land har frå gamal tid vore ei grop i jorda, som gjenom lang tid har vorte fyllt med materiale frå dei høgare land omkring.

Grensane for denne gropen finn ein no i England, Frankrike, Belgia, Tyskland, der dei eldste lag, som fyller gropen, kjem op på overflata. I aust går denne grensa over Skåne og Bornholm. Her står det fennoskandiske grunnfjellet fram, og på det ligg dei paleozoiske formasjonane, kambrium, ordovicium og silur (gotlandium) og derover¹⁾ dei mesozoiske formasjonane, trias, jura og krit. Desse eldre formasjonane ligg langs botnen av gropen under Danmark, og borer ein frå overflata ned gjenom jorda, som det er gjort fleire stader, kjem ein ned gjenom eldre og eldre formasjonslag. Men det eldste laget, som når op over havet i Danmark (fråset Bornholm), er det øvre av kritformasjonen, som etter for størsteparten er dekt av dei yngre tertiære og kvartære formasjonane. Det er då desse, som i våre dager utformer »det danske Landskab«.

Landets jord, som er grunnlaget for folkets liv, er dermed ogso eit arkiv for landets ophavs- og utviklingshistorie. Og som me skal sjå, har Danmark for si korte historie eit sers godt geologisk arkiv utan store lakuner.

Norge derimot har store lakuner i arkivet. For størsteparten av Norges lange geologiske historie, nemleg i dei mesozoiske og tertiære jordperiodane, då Danmarks grunnvoll vart bygd, og det meste av kvartaertida, då Danmark fekk si overbygnad, har me ikkje noko arkiv hos oss sjølve. Men det danske arkivet gjev oss mange opplysninger om, korleis det

¹⁾ Dei øvre paleozoiske formasjonane, devon-, kol- og permformasjonen, er ikkje synlege i Danmark. Men i 1932 er det ved geofysiske metoder i det sydlege Jylland påvist saltførande lag, sannsynlegvis permiske, under kritformasjonen, meir enn 700 m under overflata.

var i Norge i denne tida. Denne boka av Andersen vil av denne grunn ha ei serleg interesse for oss.

Norge vart opbygt til eit fjell-land i silurisk tid, for omkring 400 millioner år sidan. I den lange tida etterpå har materiale stødt gått ut or landet. Landet har vorte utforma, dei store dalane utgravne, nokre stader er groper utfyllte og sletta ut, men aldri har nytt materiale kome til. Det nye, som er komen til etter den tida, er dei permiske bergartane i Oslofeltet, den vesle gropen med sediment frå jura- og kritformasjonen på Andøya og dei kvartære sedimenta. Men dei er alle samansett av materiale frå landet sjølv,¹⁾ dei permiske magmabergartane av materiale, som har stige op frå landets eigen grunnvoll. At Norge enno er eit so høgt land, kjem av den isostatiske stiginga. Des meir stoff, som takast bort frå overflata, des meir må landet stiga nedanifrå for å halda oppe jamvekta i jordskorpa.

I denne tida, da stoff jamt gjekk ut frå Norge, vart Danmark ved tilførsel av stoff bygt op lag på lag frå botnen av havet. Først i slutten av krittida, for mindre enn 100 millioner år sidan, då Norge alt var eit gammalt land, fora og verbite, kom det ved ei landheving litt tørt land tilsyn i det sydlige Sjælland, Laaland, Falster og Sønderjylland, det første varsel om det Danmark, som ein gong skulde koma. Desse første småøyane vart etter snart opslukte av havet, og hav og land skifte ofte og kjempa lenge om makta i denne tida, Danmarks fødselstid. Ved inngangen til tertærtida for omkring 60 millioner år sidan steig det første av det blivande Danmark op av havet, landet omkring København og Køge, det som seinare i menneskets tidsalder skulde verta Danmarks hovud.

Danmark voks vidare i tertærtida. Snart breiddet havet seg ut over store landstrekninger og avsette sediment. Til andre tider låg landet over havet, men også då kunde det verta opbygt nytt land, soleis dei store miocæne torvmyrane, som no er brunkollag. Stort set voks Danmark gjennom heile

¹⁾ Eit undantak er flinten og nokre andre framande element i det kvartære materialet, som seinare skal verta nærmare omtala.

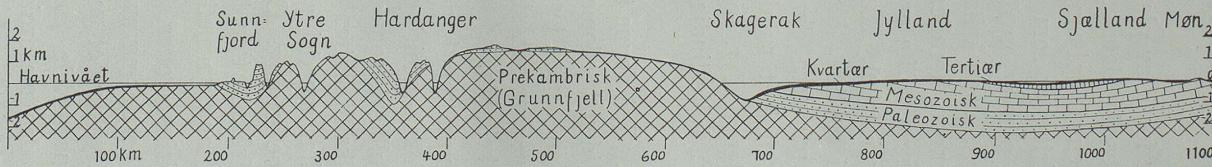


Fig. 1. Skjematisk profil frå Vest-Norge i retning SSA gjenom det nordlege Jylland og Sjælland til Møn. Høgder er teikna 20 gonger større enn lengder. Foldinger og dislokasjoner er ikkje tatt med, heller ikkje dei eruptive bergartane, som trengde op i fjellbyggingstida i Norge. Heile den geologiske bygning er forenkla og skjematisert for å gje ei klårare oversikt over hoveddraga. Lengst i NNV er kontinenthylla, som ligg under havflata. Innanfor den er strandflata litt over havflata. Dei er utarbeidt av havet gjennom lang tid, kanskje i interglasialtider i kvartærtida, men kanskje også i mykje eldre tid. Dei paleozoiske sedimentbergartane ligg hovedsakeleg i nedbuktinger, synklinaler, i grunnfjellet. I fjellbyggingstida vart dei sterkt samanpressa frå sidane. To slike synklinaler kan ein sjå på profilet, ein i Sunnfjord og ein i Hardanger. Ogso oppe på fjellvidda kanu ein finna paleozoiske lag, soleis på Hardangervidda, som profilet skjer gjennom. Over dei paleozoiske laga ligg det ofte framtredende yngre eruptivbergarter, og det kann ogso vera overskuva eldre fjell, horisontaldislokasjoner. Men det er ikkje teikna på profilet. I Skagerak er det truleg store vertikaldislokasjoner. Innanfor Danmark er det ogso mange små dislokasjoner. Men ikkje noko av det er teikna inn. Profilet gjennom Danmark viser os ein vid synklinal, som ikkje er samanpressa slik som dei norske.

den lange tertiaertida ved tilførsel av stoff, medan det i Norge stødt var utførsel av stoff.

Jordlaga frå krit- og tertiaertida har fossil av planter og dyr frå den tida, laga vart avsette. Fossila daterer arkiv-dokumenta og gjev oss dessutan ei mengd opplysinger om livsvilkåra i tida, i hav og på land. Kritet er som me veit opbygt av mikroskopisk små kalkskal av planter og dyr, som i krittida levde svevande i havet, plankton. Men kritavleirin-gane har også mange andre fossil, svamper, koraller, bryozoer, muslinger, blekkspruter, echinodermer. Ofte er fossila forkisla med flint, som det er mykje av i kritet. Av fossila kann me trekka slutninger om klimaet i krittida. Ved Faxe på Sjælland er det eit korallrev, som må vera dana i eit varmt, halvt tropisk hav, minst 20° varmt året rundt. Skal av Nautilus, tenner av hai og andre rester av dyr, som lever i varme hav, tyder på naturtilhøve som i Vestindia i våre dager.

Dette klimaet heldt ved i tertiaertida. Frå denne tida har me også landavleiringer, som stadfester den lærdomen, hav-avleiringane gjev oss. Frå miocæntida langt ute i tertiaertida er det lag av brunkol med rester av sumpsypresser, slike som no veks ved Mississippis utlaup i Mexikobukta.

Til å døma om klimaet i Norge i denne tida har me for-utan dei danske avleiringane også jura-krit-avleiringane på Andøya i Vesterålen og lagrekka på Svalbard, som viser, at det heilt so langt nord var varmt klima like til slutten av tertiaertida. Frå slutten av paleozoisk tid har me dei permiske avleiringane i Oslofeltet, som tyder i same retning. Ogso dei eldre paleozoiske avleiringane i Norge frå silurtida tyder på varmt klima. Det må soleis ha vore ei lang varmetid.

At me i Norge ikkje har større avleiringer etter silurtida, kjem av, at Norge var eit fjell-land med bortføring av materiale, eit degradasjonsområde, som me uttrykker det geologisk, medan Danmark var eit agrgradasjonsområde, tilførsels-område. Når naturtilhøva i Danmark i den mesozoiske tida og tertiaertida var som i Mississippideltaet i våre dager, har det i Norge vore som på Coloradoplatået.

Ved slutten av tertiærtida var Danmark på lang leid ikkje ferdigbygt. Soleis var det meste av Vest- og Nordjylland enno hav.

Men den gode varmetida tok no slutt. Klimaet vart etter kvart kaldare, og ved inngangen til kvartærtida for omtrent 1 million år sidan kom den klimaperioden, som me kaller istida, og som heldt ved langt ned gjenom Europas antropologiske tid. Glasialfenomenet gav den relativt korte kvar-tærtida ei serskild geologisk interesse. Norge vart enno meir avskrapt og Danmark vidare opbygt. Men likt for begge land er det glasiale morénematerialet, som låg att etter bort-smeltingen av isen, og som er eit sermerke for naturen her nord. I denne tida steig mennesket fram til å verta hersker-slekta på Jorda.

Det er ikkje lett å peika på nokon einskild årsak til dette veldige omskifte i klima, frå subtropisk til høgarktisk. Ned-isninga av Nordeuropa gjekk ut frå Fennoskandia. Og det er naturleg å tenka seg, at når det først her vart nedisings-vilkår, måtte isen breida seg over store landvidder. Isnedslag gjev auka vilkår for meir isnedslag frå atmosfæren. Og meir nedslag er årsak til meir rørsla utover til sidane.

Der isen skreid bortover landet, tok den med seg det for-vitringsmaterialet, som hadde samla seg op gjenom lange tider, med jord, myrer og plantevekst. Alt vert rasert. Deretter grov isen på underlaget, serleg langs sprekker og kløfter, og tok med seg det, som frosten reiv laus av fjellet. Skuringsstriper etter isens slit på fjellet kan me endå sjå. Av krit- og tertiærlaga i Danmark, som er lause og ikkje mykje motstandsøre, braut isen laus store flak, flytte dei og stapla dei ihop. Soleis er den velkjende Møns Klint opbygd av krit, som isen har skuva op. Det same er tilfelle med den eocæne diatoméjorda, »Moleret«, ved Limfjorden. Det er flytt og samanfolda og ihopskuva av isen, og ingen veit, kvar det låg før istida.

Då isutbreidsla var på det største, var heile Fennoskandia og Danmark dekt av isen. Dette tidsrommet er det største av kvartærtida. Om det segjer det norske geologiske arkivet ikkje noko anna enn, at isen har gjort eit stort utgravings-

arbeid. Best kjem det fram i innsjøane, som er inntil 500 m dyp utgravne i fast fjell, og i fjordane, som er endå dypare. Berre is kann gjera eit slikt arbeid. Men det danske arkivet segjer noko meir. Me kann her sjå, at det har vore to slike store istider. For i det sydvestlege Jylland omkring Esbjerg ligg det nede i morénen havleir med skjel og innsjøleir med blad av eik og lind. Under denne leira er det etter moréne. Dette må me tyda slik, at først gjekk isen ut over Jylland og la etter seg den undre morénen. So kom det ei varm tid, isen smelta bort, havet trengde nokre stader inn over det flate landet, og på land levde so varmtelskande planter som eik og lind. Det er ei interglasialtid eller millomistid. Deretter gjekk etter isen over heile Jylland og la etter seg den øvre morénen. Om den første av desse to istidane var den første istid i det heile, veit me ikkje. Det har truleg vore ei istid med etterfølgjande millomistid før denne. Men det er den første, me kann finna merke etter i Danmark.

Desse to første istidane kann tydeleg skilast ut frå den siste istida. For i den siste istida rakk ikkje isen so langt ut. Yttergrensa for siste istida er ei veldig skuvrand, som me kann følja frå Vesterhavet litt syd for vestenden av Limfjorden, Nissum Bredning, mot aust til Hald sjø sydvest for Viborg, og derifrå sørover gjenom heile Jylland, Slesvig og Holstein. (Sjå kartet fig. 3). Denne merkelege israndlinja, den sokalla stagnasjonslinja, er det mest framtredande drag i Jyllands morfologi. Aust for linja er landet utforma og tildeles ogso opbygt i siste istid. Det har derfor tydeleg og forhalsvis fersk glasialmorphologi med skuvrender og åser, daler og fjorder. I forhold til det er landet vest for linja gammalt land, som har vore overflate, urørt av is, frå næst siste istid, also gjenom siste millomistid og siste istid. I denne lange tida vart det glasiale reliefet utjamna og utflata, serleg i siste istid, då ei veldig masse med elvesand vart avsett utanfor isranda, som skal verta omtala seinare.

Som før nemnt viste leiret ved Esbjerg, at det hadde vore ei varm millomistid millom dei to første, store istidane. Millom den andre og den tredje, dei to siste istidane, har det

ogso vore ei varm tid, den siste millomistida. Avleiringer frå denne tida kann me finna vel forvara utanfor den siste istids stagnasjonslinje, der ingen isbre har kunna rota dei op. I Vestjylland er det ei mengd med slike interglasiale avleiringer, leir, gytje, dy og torv, avsette i vatn og myrer,

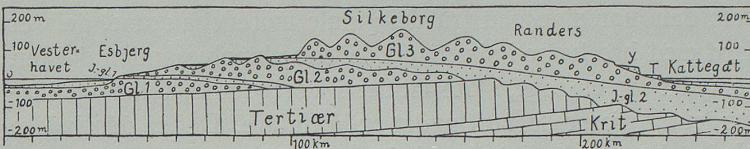


Fig. 2. Skjematisk profil frå Esbjerg mot NA gjennom Jylland til Kattegat.

Høgder er teikna 100 gonger større enn lengder. Lengst i SV ligg på tertiarformasjonen den eldste danske istidsavleiring Gl. 1. Derover ligg den eldste danske interglasile avleiring I.-gl. 1, »Esbjerg Yoldialer«, som underst har skal av ishavsmuslingen *yoldia arctica*, men høgare opp har ein meir boreal fauna, og i ferskvatnavleiringer er det blad av eik, lind og andre varmetre. Derover ligg morénen frå den andre danske istida Gl. 2, som etter er dekt av den siste interglasialtids avleiringer I.-gl. 2. I dette profilet er desse siste mest torvmyr- og innsjøavleiringer, i NA ogso havavleiringer. På det varmaste var denne tida omrent so varm som den postglasiale varmetida, me hadde i steinalderen, men midt i den var det ei kaldare tid. I NA er dei interglasiale laga dekte av den siste istids moréne, som rekk litt forbi Silkeborg og Himmelbjerget (sjå kartet fig. 3). Utan for randa av morénen i SV har breelvane avsett hedesand, men mange stader står »Bakkeører« av gammal moréne op. Postglasiale avleiringer er det både på land og i hav. I profilet er berre tatt med havavleiringane. I SV kann ein finna dei berre under sjøen, fordi landet her ikkje har stige etter istida. Men i NA har landet stige etter istida, og derfor ligg noko av dei postglasiale laga på land slik som i Norge. Det er to tydelege terrasser etter tidlegare havnivå, yoldiaterrassen Y frå seenglasial tid, og tapes-terrassen (ogso kalla littorinaterrassen) T frå den postglasiale varmetida i steinalderen.

som det har vore mange av i morénelandet. Dei er av stor interesse for vårt kjennskap til denne tida. Ei slik interglasial avleiring, f. eks. ved Herning ute på den jydske Hede, har eit undre og eit øvre lag med rester etter varmekjære planter, eik, lind, hasl, og nokre planter, som no ikkje meir veks so langt nord, f. eks. *trapa natans*. Det har soleis vore

varmare enn i notida. Men millom desse to laga frå varmetider er det eit lag med berre kuldeplanter. Den siste millomistida var altso delt i to varmetider med ei kald tid i midten. Den kalde tida var ikkje nokon istid. Men det er truleg, at det i Norge var mykje snø og is i denne millomtida.

Over det interglasiale laga i Vestjylland ligg oftest sand, som dels har sige ned frå dei gamle morénehaugane, dels er førd med breelvane i siste istid. Denne breelvesanden dekker, som det før er sagt, store vidder i Vestjylland, fyller op låglandet og gjerer derved landet endå flatare. Det er den jydske Hede, desse vide flate lyngheiane, som langt ute møtast med Vesterhavet. I denne skrinne sandjorda veks ikkje stort anna enn lyng og reinlav, og ingen skog stenger for vestanvinden, som stryk havlufta bortover lyngheia. Nokre stader står gamalt moréneland op gjennom sanddekket i låge hauger, som dei kaller Bakkeører, og her kann ein finna mykje norsk stein, som breen i næstsiste istid, kanskje også før, tok med seg frå Norge. Landet har mykje sams med Jæren, men minner også ofte om norsk fjellvidde, Hardangervidda eller Finnmarkvidda. Like til midten av førre hundradåret låg Hedenlandet audit og folketomt. Berre sigøyner og allslags fanter ferdast der, »Kjeltringer«, som me kjenner frå Blichers skildringer for hundrad år sidan. No er store deler av Heden lagt under kultur, dels tilplanta med kvitgran og buskfuru til le, dels dyrka til eng. Tapet av Sønderjylland i 1864 gjorde mykje til å fremja denne kolonisasjonen i Vestjylland.

Ogso aust for stagnasjonslinja kann ein her og der finna interglasiale lag, som isen har spart og late ligge att, men oftest dekt med moréne.

Det er også kjende havavleiringer frå siste millomistid. I det sydvestlege Danmark ligg dei fossilførande Eem-avleiringane¹⁾ over heile Sønderjylland og vidare nedover Tyskland, Nederland og Belgia. Det viser, at Jylland i denne tida var ei øy.

¹⁾ Opkalt etter den nederlendske elva Eem (uttala som stavingsord E-em).

Ei anna interessant havavleiring frå siste millomistid er funne ved ei djupboring på Skærumhede i Vendsyssel, 10 km vest for Fredrikshavn. Dei bora 200 m gjenom kvartære lag og kom so ned på kritformasjonen. Det ligg altso her ikkje noko av tertiärformasjonen. Det underste av kvartærformasjonen er gamal moréne, 15—20 m tjukk, opbygt av materiale frå Øystersjøområdet, ført med ein baltisk isstraum i slutten av næstsiste istid. Derover ligg ei 123 m tjukk havavleiring frå siste interglasialtid. Underst har denne avleiringa berre arktiske dyreformer. Etterkvart kjem fleir og fleir sydlege former, slike som no lever ved Norges vestkyst. Men i dei øvre laga er det atter arktisk fossil, som viser, at klimaet no vårt kaldare. Det var den siste istida, som kom. At isen nærma seg, kann me også sjå av det, at det kjem meir og meir stein i leirlaga. Steinane må vera komne med drivande is frå den skandinaviske innlandsisen, som på den tida har gått ut i sjøen. Øverst ligg sidste istids lag, som opbygger det meste av landet i det nordlege Jylland, og her i borholet på Skærumhede er 57 m tjukt.

Som me høyrd, trengde isen i siste istid fram frå Skandinavia over Skagerak og Kattegat innover Danmark so langt som til stagnasjonslinja i Jylland. I lang tid stod isranda her og har i denne tida gått att og fram, som brerender alltid gjerer, og har lagt op veldige morénemasser. Smeltevatnet under isen vart pressa op over desse morénemassane, flaut som breelver ut over Vestjylland og la her etter seg Hedesanden. Sanden vart teken med frå aust, der smeltevatnet under trykk grov ut daler under isen, subglasiale daler eller tunneldaler. Nederst ligg desse dalane ofte under havet og er fjorder. Det er ei rekke slike fjorder med innanforliggende daler i Austjylland frå Mariagerfjord i nord til Flensborgsfjord i syd. Likesom dei norske fjordane og dalane er dei utforma glasialt, men ikkje på same måten som i Norge. For i Danmark gjekk isen frå havet innover og oپover land, og fjordane og dalane vart utgravne av vatn under eit flatt isdekke, medan dei norske er utgravne av dalbreer, som trengde ned gjenom dalane til sjøen.

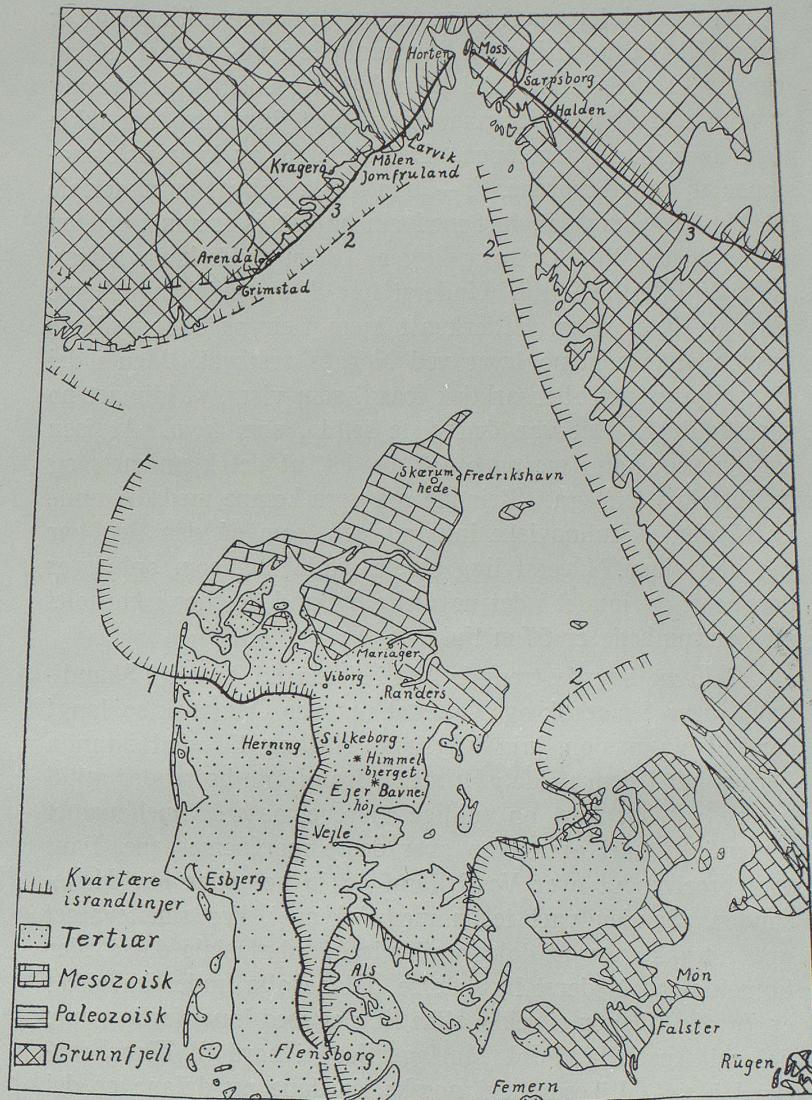


Fig. 3. Kart, som viser både dei gamle geologiske formasjonane, nokre kvartære israndlinjer (endemoréne- eller skuvrandlinjer) og den resente kystlinja.

På kartet er avmerkt den geologiske formasjonen, som ligg nærmast under kvartærformasjonen. Den formasjonen, som er avmerkt, har

Forts. næste side.

Isen frå Skandinavia har naturleg gått i ein stor straum ut Skagerak. Ein annan straum følde Kattegat. Skillet millom desse to isretningane gjekk over Viborg og Hald sjø i Jylland, der israndlinja bøyger om frå vest-austleg til nord-sydleg retning.

Innanfor denne ytre israndlinja ligg den eine israndlinja etter den andre nordover og austover Jylland og vidare på Fyn, Sjælland og dei andre øyane. Dei svarer til stillstandsperioder, som regel ogso framskridningsperioder, i siste istids avsmeltingstid. Dei kann vera veldig moréner, soleis det 157 m høge Himmelbjerget sydaust for Silkeborg og Ejer Bavnehøj, som med sine 172 m er det høgaste i Danmark.

Studiet av avsmeltingsstadia har lært oss noko, som er av stor interesse. Den siste breen, som nådde Danmark, kom ikkje frå nord, men frå aust ut Østersjøen. Det viser både skuringsstripene og det materialet, isen førde med seg. Denne siste isstraumen har ført stein frå Ålandsøyane ut heile Østersjøen og vidare vestover og nordover Sjælland og Jylland, der ein kann finna slik Stein i mengd, ja like til Lista og Jæren. Serleg er ein raud kvartsporfyr ofte å finna og lett å identifisera.

Denne flyttinga av istyngda frå vest mot aust ser ut til å ha vore ein fast regel for alle istidane. Og ved nærmare

Forts. fra forr. side.

derfor ikkje noko med den kystlinja å gjera, som den på kartet er teikna saman med. Serleg for store deler av Danmark er det berre kvartærformasjonen, som ligg over havet og utformer kystlinja, og mykje av det, som er teikna inn som geologiske formasjoner på land, ligg under havflata. Det er gjort slik for å visa so mykje som mogeleg med eit kart. Saman med dei to profila fig. 1 og 2 vil det gje eit bilete av, korleis den øverste delen av jordskorpa her er bygd. På kartet er ogso teikna inn israndlinjer frå 3 stadier av isutbreidsla i siste istid. 1 er stagnasjonslinja, som viser maksimalutbreidsla avisen. 2 er ei israndlinja frå tida for den baltiske isstraumen, og 3 er israndlinja for ratida. Desse linjane er teikna etter den meinинг, som no er den vanlege. Men som det før er sagt, er det god grunn til å tru, at raet er eldre enn den baltiske isstraumen, og at me derfor må tenka oss ralinja ned gjennom Båhuslen og ut i Kattegat utanfor linja for den baltiske isstraumen.

ettertanke er det heilt naturleg, at det må vera slik. Nedisinga begynner med, at det legg seg snø og is i dei norske fjella. Snøen kjem med havvinden, som vert avkjølt, når den stig op. Ettersom det legg seg meir og meir snø, vert dei undre laga til is, som skrid i jøkler utover til sidane. Mot vest vil dei gå lettast ned og snart nå havet. Men i aust vil isen samla seg op i større og større mengd, og dermed flytter istyngda seg austover mot Øystersjøen og Botnhavet. Kvar istid har endt med ein baltisk isstraum.

Den baltiske isstraumen, som avslutta siste istid, svinga rundt sydenden av Sverige og gjekk vidare nordover Sjælland og ut i Kattegat. Skuringsstripane viser, at isen her har gått beint mot nord. Underleg nok gjekk altso i denne tida isen frå Danmark mot Norge, tvert imot den vegen, isen gjekk i førstninga av istida, og der ein mest tenker seg, at isen har gått.

Når isen skrid bortover land, serleg når den vert skuva op bakke slik som over Sjælland, vil den gjerne verta pressa ihop flak over flak, og kvart flak vil grava med seg materiale frå underlaget, som soleis vert innleira i isen.

Den isen, som gjekk nordover Danmark, tok derfor mykje dansk Stein med seg. Bergartane i tertiar- og kritformasjonen er mest lause og vil ikkje kunna halda seg i lang tid mot slit og forvitring. Men Danmark har og eit steinslag, som er serleg hardt og motstandsført. Det er flint. Flint ligg som inneslutninger i krit. Det er konkresjoner av kiseltsyre utfellt kjemisk i karbonatbergarten før den vart herda.

Isen med sitt innhald av flint gjekk vidare ut i sjøen og vart brote sund og dreiv som flak og isfjell med vind og straum i Kattegat og Skagerak. No og då kom is frå Danmark heilt fram til Norge og la flint etter seg, når den smelta. Det er det einaste tilfelle, me kjerner av materialtilførsel frå Danmark til Norge. Elles var Norge no som før eit degradasjonsområde, som gav materiale frå seg, medan Danmark også i istida før det meste var eit aggradasjonsområde. Langs Norges kyst so langt nord som til Vesterålen ligg det dansk flint op til ei viss høgd over havet. Det viser, at flinten kom

hertil i ei tid, då havet stod høgare op i forhald til land enn no.

Kva tid dette var etter norsk tidsrekning, veit me ikkje sikkert. Det er store mengder av flint omkring Oslo. Det er derfor sikkert, at det kom flint frå Danmark til Norge, etter at Oslo var isfri, also etter ratida¹⁾.

Ra-tida er opkalla etter den store skuvranda, raet, som me i Norge kan følja gjennom Austfold litt ovanfor Halden, Sarpsborg og Moss og vidare gjennom Vestfold over Horten og Larvik til Mølen, det ytterste neset aust for Langesundsfjorden ved Nevlungen i Brunlanes. Herifrå ligg det utanfor kysten, inntil det atten kjem iland ved Arendal og Grimstad. Vidare kann me ikkje følja det som eit samanhengande ra, fordi landet er so sundskore i daler.

Raet er den eldste store israndlinja, som viser oss grensa for isdekket i ein periode under isavsmeltingen i Norge. Det er ei overføring til norsk grunn av den serie av randmoréner, som begynner med den store skuvrande i Jylland.

Det er vanleg å samanstella det norske raet med randmorénane gjennom Sverige til Stockholm og videre mot nord-aust gjennom Finnland millom Åbo og Helsingfors.²⁾ Etter det skulde det ikkje ha gått nokon isbre ut Østersjøen over Sjælland og ut i Kattegat etter ratida. Den flinten, som ligg innanfor raet, kan då vera komen med vinteris, som har tatt flint med frå stranda og har rekt nordover Kattegatt inn Oslofjorden. Men slik is kann ikkje gå like til Vesterålen. Den flinten, som er komen so langt, må vera førd med isfjell frå Østersjøbreen. Det er ikkje sikkert, at all denne flinten er komen i siste istid. Det kann også ligga flint att frå den

¹⁾ Det vilde vera av interesse for klårgjeringa av dette spørsmålet, om folk vilde senda meldinger om flintfund til underskrivne, H. Rosendahl, Geologisk museum, Trondheimsvegen 23, Oslo. Av størst viktigkeit er dei, som ligg høgst og lengst inne i landet, og dei nærdste. Det må også verta opplyst, kor djupt flinten ligg i jorda, og kva slag materiale, den ligg i, moréne, leir, grus, myr, skredjord o. s. v. Best er det å senda med ei prøve av flinten.

²⁾ Denne samanstellinga er langtfrå sikker. Men me har enno ikkje nokon annan som er meir sikker.

baltiske isstraumen ved slutten av næstsiste istid. Men det er klårt, at flint, som ligg i overflatematerialet, ikkje inne i moréne, må vera komen, etter at isen gjekk bort for siste gong. Flinten i Oslofjorden innanfor raet må soleis vera komen der etter ratida. Det er derfor mykje, som taler for, at raet er eldre enn den baltiske isstraumen.

I den første tida etterat isen var smelta bort i Danmark og den ytre parten av Skandinavia, var det enno arktisk klima, og morénegrunnen vart til tundra. Ordet tundra skriv seg frå det kvenske ordet tunturi, på finsk duoddar, på norsk svarer det nærmest til fly. Det er utplanert istidsgrus med eit tynnt plantedekke av lav og nokre gras- og lyngvekster, hist og her små vidjer, dvergbjørk og multer. Ein typisk tundraplante er den vakre *dryas octopetala*. Den er vanleg å finna fossil i avleiringer frå denne tida, som dei i Danmark kaller tundratid eller dryastid. På tundraen trakk reinen nordover på sommarbeite, og etter reinen føljde dei jagande dyra, ulv og menneske, på sommarveiding.

I den danske dryastida var det enno mykje is i Norge. I dryastidas lag i Danmark er det eit lag frå ei varmare tid, som dei i Danmark kaller Allerødtid, då bjørk og osp levde i Danmark. Deretter vart det atten kaldare i yngre dryastid. Kor langt isen gjekk tilbake i Norge i Allerødtid, veit me ikkje. Men me kjenner mange stader i Norge fossilførande havsediment, avleira etter siste istid, men dekte av eller innleira i yngre glasiale sediment. Dei kann svara til Allerødlaga i Danmark. Den kaldare tida etterpå, då det yngre bre- og breelvegruset vart avsett, skulde då svara til yngre dryastid i Danmark.

Då isen for siste gong smelta bort i Danmark og Norge, var dei to landa stort set ferdig forma. Men det tok endå lang tid, før ny jamveksttilstand vart stabilisert etter den svære islasten, som hadde pressa landa ned. Denne nedpressinga var mykje større i Norge enn i Danmark. I Norge har me funne den øverste strandlinja 220 m o. h. ved Oslo, i Danmark 56 m o. h. ved Fredrikshavn. So høgt stod havet, då isen smelta bort, og so mykje har landet stige etter istida.

I det søre Danmark har det ikkje vore nokon stiging, tvertimot tildels læging.

For tida etter den siste istida har me ogso i Norge materiale til å studera historia og er ikkje berre avhengige av historiske dokument frå andre land. Det kvartærgeologiske arkivet har me i det glasiale reliefet, skuringsstripene, glasiallavleiringane, hav- og strandavleiringane, innsjøavleiringane, torvmyrane, kalktuffane og heile det postglasiale erosjons- og forvitningsarbeid og oplagring av moldjord. I dei geologiske laga kann det ligga fossil av planter og dyr, for den yngre tida ogso rester etter menneskeleg verksamheit. Historia etter istida er eit stort kapitel for seg sjølv, og eg vil ikkje gå nærmare inn på det her. Kjeldeskrifta fortel oss, at utviklinga etter istida har gått gjenom skiftande klimaperioder. Allerødosillasjonen er berre eit eksempel på eit ålment fenomen. I store trekk er det slik, at etter den arktiske tida kom den boreale tida, då klimaet vart varmare. So kom den varme, fuktige atlantiske tida og den varme tørre subboreale. Det var då varmare enn no, og i Danmark levde den varmekrevande planta *trapa natans*, som ogso levde der i varmetida før istida men no ikkje lever so langt nord som til Øystersjøen. I Norge hadde på same måten dei varmekjære plantane, slike som eik, alm og hasl, større utbreiding enn no, og furua strekte seg mange stader samanhengande frå austlandet til vestlandet, der det no er snaufjell imillom.

I denne varmetida, som arkeologisk er yngre steinalder og bronsealder, breidde fastbuande menneske seg ut over dei nordiske landa. Kor mykje i vår rase og kultur, som har sitt ophav i denne tida, veit me ikkje. Vår kulturtradisjon går ikkje so langt tilbake. Ved inngangen til jernalderen kom eit klimaskifte til ei kaldare og våtare tid, den subatlantiske. Då breidde bøka seg i Danmark og grana i Norge som skogtre og gjorde dermed stor forandring i naturforhalda. I folkevandringstida vart det eit stort omskifte av folk. Me kjem inn i den nordiske kulturs forhistoriske, mytiske tid, og ut av den stig den historiske tradisjonen, som fører fram til våre dager.

Småstykker.

Kjempe-einer (*Juniperus*) i **Bjordal, Sogn.** I samhøve med ymse småstykke her i „Naturen“ um store einer-tre kring um i landet vårt, sender eg hermed eit bilet av eit av våre største. Eineren stend i utmarki til Lasse E. Osland, Bjordal. Det var konservator James Grieg ved Bergens Museum, som i 1928 fortalte meg um dette treet, som ruvar upp i lendet som

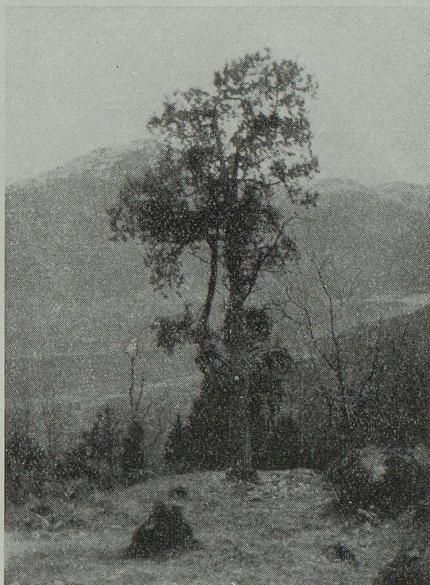


Fig. 1. Kjempeeineren på Osland
i Bjordal, Sogn.

eit furutre og er synberr langt ute frá Sognefjorden. I sanning ein fager einer! Utskiftningsassistent J. Jensen, Bjordal, hev vore gild og fotografert treet og teke nokre mål: Rundmål ved rot = 2,23 m, 1 m yver marki = 1,82 m. Høgd av treet 12,9 m. Frá marki til greinkransen 2,55 m. Eineren veks umlag 200 m y. havet.

Med det same nyttar eg høve á rita ned eit par andre frásegner um svære einertre pá Vestlandet; dei er diverre nedhogne for fleire ár sidan. Meldingane er frá litande folk, som hugsar trei.

Ein uvanleg stor einer vaks på „Stadlane“ i utmarki til Dalseide ved Bolstadfjorden, Brudvik herad. Han vart hoggen for umlag 25 år sidan. Av ei sidegrein og two toppgreiner fekk dei 3 hesjestaur, og av sjølve leggen fekk dei frisk, fin stavmaterial til desse mjølke-kjerald, som vart laga: Two 20 liters mjølkebøtter, two 12 liters og two 6 liters. Nokre av kjeraldi er endå til på bruket. (Melding frá Enevald J. Dalseide 1929).

Den sværaste eineren folk minnest i Sørfjorden, Hardanger, vaks på Trones, Utne, Kinsarvik herad. Han vart hoggen for umlag 20 år sidan. Rotstokken vart skoren til vanlege bord og fleire vart på 12“ breidde. Fleste av bordi vart nytta til grind yver bygdavegen. Grindi hev vore til ganske nyleg (melding fra Johs. Utne 31/5 1929). *Olaf Hanssen.*

„**Kaldehola**“ i **Gudvangen**. I „Naturen“ og andre tidskrifter hev ymse gonger vore skriven om kalde holer, der vatnet — kjelta — held seg iskalde og vatnet jamvel frys til is midt på varmaste sumaren. — I Hordafylket er desse kaldholone velkjende. Serleg i Sørfjorden er der fleire slike. I summarvikone vert dei nytta til å lagra ferske matvaror i. Dei mest namngjetne og umskrivne er dei kalde kjeldor i Osa i Hardanger.

I „Norges land og folk“, b. XIV, Nordre Bergenhus amt 1901, nemner professor Helland s. 174 two slike kaldholor for dette fylke på gardane Hæreid og Volddal i Aardal. Her skal me nemna ei tredje kaldehola som finnes på Henne bruk

Fig. 2. Opningen til
»Kaldehola«, Gudvangen.



i Aurland nær Skjærping bru på vegen Gudvangen—Stalheim, og som so langt attende i tidi hev vore nytta til á gøyma ferske matvorer — serleg fersk laks — um sumaren. I dei siste ári hev jordhola vore nytta til á lagra fersk kjøtmat til rævefor for rævegardane.

Denne hola er ellest liti. Opningen er $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ m og umlag 2 m djup. Ho ligg ved foten av ei svær fjell-ur, berre 13 m. y. havet og 25 m ifrá elvi, som renn etter Nærødalens. På botnen kann islaget liggja heilt fram til september månad — sume år.

Vetterstider bránar snojen alltid umkring kjeldeopet.

Kring opningen veks Fjell-Marikápa (*Alchemilla alpina*). Andre vokstrar var inkje á sjá (4. august 1932).

Eg bad hoteleigar O. L. Hylland, Gudvangen, mæla temperaturen for ei tid frametter. Det hev han gjort og sendt meg desse upptekninga:

1933.	$\frac{4}{1}$	.....	÷	1 °C	1934.	$\frac{28}{9}$	.....	+	3 °C
	$\frac{16}{1}$	.....	÷	1 "		$\frac{15}{10}$	.....	+	2 "
	$\frac{29}{1}$	.....	÷	1 "		$\frac{12}{11}$	.....	÷	1 "
	$\frac{19}{2}$	.....	÷	8 "		$\frac{19}{12}$	.....	÷	1 "
	$\frac{5}{3}$	.....	÷	1 "					
	$\frac{18}{3}$	.....	÷	1 "	1935.	$\frac{8}{1}$	.....	÷	6 "
	$\frac{26}{3}$	.....	÷	2 "		$\frac{9}{2}$	.....	÷	5 "
	$\frac{16}{4}$	.....	÷	1 "		$\frac{17}{3}$	.....	÷	5 "
	$\frac{14}{5}$	.....	0	"		$\frac{9}{4}$	.....	÷	2 "
	$\frac{18}{6}$	.....	+	1 "					
	$\frac{10}{7}$	.....	+	1 "					

Olaf Hanssen.

Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved B. J. Birkeland, meteorolog ved Det meteorologiske institutt).

September 1935.

Stasjoner	Temperatur						Nedbør				
	Mid-del	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
Bodø	° C	° C	° C		° C		mm	mm	%	mm	
	7.8	— 0.3	15	16	— 1	26	72	— 37	— 34	18	21
Tr.heim	9.2	— 0.2	18	1	— 1	28	62	— 20	— 24	12	17
Bergen (Fredriksberg)	11.6	+ 0.4	22	2	6	26	235	+ 32	+ 16	27	23
Oksøy	12.6	+ 0.3	17	7	6	27	148	+ 73	+ 97	27	16
Dalen	10.0	— 0.4	19	1	3	10	162	+ 89	+ 122	34	18
Oslo.....	11.1	— 0.2	19	3	2	28	147	+ 86	+ 141	24	23
Lillehammer	8.1	— 1.1	18	15	— 2	28	92	+ 39	+ 74	12	26
Dovre	5.9	— 0.7	18	1	— 2	12	48	+ 15	+ 45	13	17

NATUREN

begynte med januar 1935 sin 59de årgang (6te rekkes 9de årgang) og har således nådd en alder som intet annet populært naturvidenskapelig tidsskrift i de nordiske land.

NATUREN

bringer hver måned et *rikt og allsidig lesestoff*, hentet fra alle naturvidenskapens fagområder. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke å holde sin lesekrets underrettet om *naturvidenskapenes viktigste fremskritt* og vil dessuten etter evne bidra til å utbre en større kunnskap om og en bedre forståelse av vårt *fedrelands rike og avvekslende natur*.

NATUREN

har til fremme av sin oppgave sikret sig bistand av *tallrike ansette medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer dessuten jevnlig oversettelser og bearbeidelser etter de beste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en rekke av år, som en anerkjennelse av sitt almennyttige formål, mottatt et årlig statsbidrag som for dette budgettår er bevilget med kr. 800.

NATUREN

burde kunne få en ennu langt større utbredelse, enn det hittil har hatt. Der kreves *ingen særlige naturvidenskapelige forkunnskaper* for å kunne lese dets artikler med fullt utbytte.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommisjon på *John Griegs forlag*; det redigeres av prof. dr. *Torbjørn Gaarder*, under medvirkning av en redaksjonskomité, bestående av: prof. dr. *A. Brinkmann*, prof. dr. *Oscar Hagem*, prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup*.

Fra
Lederen av de norske jordskjelvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved å rette en inntrengende anmodning til det interesserte publikum om å innsende beretninger om fremtidige norske jordskjelv. Det gjelder særlig å få rede på, når jordskjelvet inntraff, hvorledes bevegelsen var, hvilke virkninger den hadde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsagende lydenomen var. Enhver oplysning er imidlertid av verd, hvor ufullstendig den enn kan være. Fullstendige spørsmålslist til utfylling sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfylte spørsmålslist også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXX, 1934, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 2.00.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehæfte frit.

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornitologisk Forening

er stiftet 1906. Formanden er Overlæge I. Helms, Nakkebølle Sanatorium, Pejrup St. Fyen. Foreningens Tidsskrift udkommer aarlig med 4 illustrerede Hefter og koster pr. Aargang 8 Kr. og faas ved Henvendelse til Kassereren, Kontorchef Axel Koefoed, Tordenskjoldsgade 13, København, K.